

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1929 - 1930 — N° 64

---

Travail de la Chaire d'Hydrologie-Thérapeutique  
de la Faculté de Médecine de Lyon

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
DE LA  
**flore des eaux minérales**

RECHERCHES  
SUR LA  
**Radioactivité des algues  
et sulfuraires**

**(Néris, Dax, Luchon, Aix-les-Bains)**

**THÈSE**

PRÉSENTÉE

à la FACULTE de MÉDECINE et de PHARMACIE DE LYON

*et soutenue publiquement le 2 Décembre 1929*

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

**Pierre HUBERT**

*Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire*

*né à Angoulême, le 12 Avril 1905*



IMPRIMERIE INTERSYNDICALE  
LYONNAISE

46. Rue de l'Université, 46

Tél. : Vandrey 32 55

LYON

—  
1929



**Contribution à l'étude  
de la flore des eaux minérales**

**Recherches**

**sur la Radioactivité des algues  
et sulfuraires**

**( Nérès, Dax, Luchon, Aix-les-Bains )**



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1929 - 1930 — N° 64

---

Travail de la Chaire d'Hydrologie-Thérapeutique  
de la Faculté de Médecine de Lyon

---

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE  
DE LA  
**flore des eaux minérales**

RECHERCHES  
SUR LA  
**Radioactivité des algues  
et sulfuraires**

**(Néris, Dax, Luchon, Aix-les-Bains)**

---

**THÈSE**

PRÉSENTÉE

à la FACULTE de MEDECINE et de PHARMACIE DE LYON

*et soutenue publiquement le 2 Décembre 1929*

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

PAR

**Pierre HUBERT**

*Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire*

*né à Angoulême, le 12 Avril 1905*



IMPRIMERIE INTERSYNDICALE  
LYONNAISE

46, Rue de l'Université, 46

Tél. : Vaudrey 32-53

LYON

1929

# PERSONNEL DE LA FACULTÉ

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Doyen honoraire ..... | M. L. HUGOUNENQ. |
| Doyen .....           | M. J. LEPINE.    |
| Assesseur .....       | M. ROLLET.       |

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, ROQUE, BARD, LANNOIS

## PROFESSEURS

|                                                           |                |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| Cliniques médicales .....                                 | MM. PIC        |
| Cliniques chirurgicales. ....                             | PAVIOT         |
| Clinique obstétricale et Accouchements .....              | TIXIER         |
| Clinique ophtalmologique. ....                            | BERARD         |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques .....     | VORON          |
| Clinique neurologique et psychiatrique.....               | ROLLET         |
| Clinique des maladies des enfants .....                   | NICOLAS        |
| Clinique des maladies des femmes .....                    | LEPINE (J.)    |
| Clinique d'oto-rhino-laryngologie .....                   | MOURIQUAND.    |
| Clinique des maladies des voies urinales.....             | VILLARD        |
| Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie .....      | COLLET         |
| Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....    | ROCHET         |
| Chimie biologique et médicale .....                       | NOVE-JOSSERAND |
| Chimie organique et Toxicologie .....                     | CLUZET         |
| Matière médicale et Botanique .....                       | HUGOUNENQ      |
| Parasitologie et Histoire naturelle médicale .....        | MOREL          |
| Anatomie .....                                            | BRETIN         |
| Histologie .....                                          | GUIART         |
| Physiologie .....                                         | LATARJET       |
| Pathologie interne .....                                  | POLICARD       |
| Pathologie et Thérapeutiques générales .....              | DOYON          |
| Anatomie pathologique .....                               | FROMENT        |
| Chirurgie opératoire .....                                | CADE           |
| Médecine expérimentale et comparée et bactériologie ..... | FAVRE          |
| Médecine légale .....                                     | PATEL          |
| Hygiène .....                                             | ARLOING (F.)   |
| Thérapeutique .....                                       | Etienne MARTIN |
| Pharmacie .....                                           | COURMONT (P.)  |
| Hydrologie thérapeutique et climatologie .....            | SAVY           |
|                                                           | LEULIER        |
|                                                           | PIERY          |

## PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| Chargé d'un cours de Pathologie externe ..... | MM. VALLAS |
| — — Propédeutique de gynécologie .....        | CONDAMIN   |
| — — Chimie minérale .....                     | BARRAL     |
| — — Urologie .....                            | GAYET      |

## CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

|                                                      |                     |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| Anatomie topographique .....                         | MM. THEVENOT (Léon) |
| Puériculture et hygiène de la première enfance ..... | RHENTER             |
| Chirurgie expérimentale .....                        | TAVERNIER           |
| Applications du radium .....                         | NOGIER              |
| Stomatologie .....                                   | TELLIER             |

## AGREGES

|               |              |            |              |
|---------------|--------------|------------|--------------|
| MM.           | MM.          | MM.        | MM.          |
| GARIN         | MAZEL        | CHEVALLIER | MARTIN (J.)  |
| TRILLAT       | SANTY        | DUMAS      | ROCHET (Ph.) |
| SARVONAT      | DUNET        | DUFOURT    | WERTHEIMER   |
| FLORENCE (G.) | CHALIER (A.) | DEVIC      | GATÉ         |
| ROCHAIX       | CHALIER (J.) | GABRIELLE  | BERNHEIM     |
| RHENTER       | NOEL         | MANCEAU    | DECHAUME     |
|               |              |            | POLLOSSON    |

M. BAYLE, Secrétaire.

## EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

PIÉRY, Président ; CHEVALLIER, Assesseur  
MM. GATÉ et BERNHEIM, Agrégés



La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MON FRÈRE ET A MA SŒUR

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS LES DOCTEURS :

ROBERT GRANDPIERRE,  
GEORGES LEROY,  
HENRI PETITEAU.

A MON PRESIDENT DE THESE :  
MONSIEUR LE PROFESSEUR PIERY  
*Chevalier de la Légion d'honneur*  
*Professeur d'Hydrologie thérapeutique et de Climatologie*

A MONSIEUR LE DOCTEUR CHEVALLIER  
*Professeur Agrégé de Physique médicale*

A MES JUGES

A MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

## AVANT-PROPOS

---

*Nous avons l'agréable devoir de remercier ici, avant que d'exposer notre travail, les Maîtres et les Médecins des villes d'eaux qui nous ont tant aidé.*

*Notre Maître, Monsieur le Professeur PIÉRY, qui nous fait le grand honneur de présider cette thèse, a droit à toute notre reconnaissance. Avec une bienveillance qui ne s'est pas démentie, il nous a prodigué pendant toute l'année ses conseils éclairés. Par son enseignement si vivant, il a su nous donner le goût d'approfondir nos connaissances en hydrologie. Nous l'assurons de notre gratitude respectueuse.*

*Monsieur le Professeur Agrégé CHEVALLIER a bien voulu faire pour nous des recherches de radioactivité. Nous le remercions de l'accueil toujours aimable qu'il nous fit. Grâce à lui, ce travail put être mené à bien, et sa compétence en matière de radioactivité donne à nos résultats une valeur qu'ils n'eussent certes pu avoir si nous avions été laissés livrés à nous-même. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre gratitude.*

*Monsieur le Docteur MILHAUD, chef du Laboratoire de la Chaire d'Hydrologie, nous a accueilli avec bienveillance. En le regardant travailler, nous nous sommes beaucoup instruit. Il nous est agréable de le remercier ici.*

*Nous avons eu besoin du concours d'un certain nombre de médecins de villes d'eaux. Nous tenons particulièrement à assurer de notre gratitude :*

*Monsieur le Docteur MOLINÉRY, directeur technique de l'Etablissement Thermal de Luchon, qui nous a facilité nos recherches en nous faisant l'hommage de certaines de ses œuvres si remarquables sur les barégines et qui a bien voulu s'intéresser à notre modeste travail ;*

*Monsieur le Docteur DECLoux, maire de Nérès, qui nous a fait envoyer les échantillons de conferves qui nous étaient nécessaires ;*

*Monsieur le Docteur LESCŒUR, directeur du Laboratoire d'Hydrologie de la Compagnie Fermière de Vichy, qui nous a aimablement envoyé des renseignements sur l'ancienne flore des eaux de Vichy ;*

*Monsieur le Docteur LOUIS LAVIELLE, médecin consultant à Dax, qui nous a fait envoyer les échantillons que nous lui demandions et nous a communiqué d'intéressants renseignements bibliographiques ;*

*Monsieur le Directeur de l'Etablissement Thermal d'Aix-les-Bains, qui s'est mis à notre disposition et nous a envoyé fort aimablement les barégines que nous souhaitions avoir ;*

*Monsieur l'Administrateur délégué de la Compagnie des Eaux minérales de Nérès, qui a toujours fort aimablement répondu à nos demandes.*

*Partout où nous avons eu à nous adresser, l'accueil que nos aînés nous firent fut empreint de la plus grande cordialité, et cela, certes, contribua beaucoup à nous faire aimer l'hydrologie, à l'étude de laquelle nous sommes heureux d'apporter aujourd'hui notre légère contribution.*

## INTRODUCTION

---

Quand on lit les ouvrages du siècle dernier se rapportant à l'Hydrologie, on est étonné de voir quelle importance les médecins et savants de cette époque ont attaché à l'étude de la flore des eaux minérales. Puis cette question fut à peu près complètement délaissée, du moins en France, et ne revint à l'ordre du jour, que vers 1920, avec les magnifiques travaux de Dufrenoy et Molinéry, sur les barégines des eaux sulfureuses pyrénéennes.

Et cependant, la flore des eaux minérales entre pour une part importante dans la composition des boues naturelles : c'est ce que les Allemands nomment *mineralschlamm* et les Italiens : *muffe*. Ces boues sont très utilisées dans de nombreuses stations italiennes et allemandes. En Allemagne, seulement 78 stations emploient la thérapeutique par les boues. En France, elles sont surtout connues à Dax, à Saint-Amand, à Barbotan et à Balaruc, où elles donnent d'excellents résultats. D'autres stations telles que Nérès, Luxeuil, Bourbon-Lancy et les stations sulfureuses possèdent une végétation abondante qui est parfois utilisée en applications locales. Il nous a semblé que cette pratique mériterait de se généraliser, étant donnés les bons résultats thérapeutiques qu'elle provoque.

Il nous a donc paru qu'il serait intéressant de réunir dans une étude d'ensemble les éléments divers

qui constituent cette flore. Tout d'abord, nous avons exposé la question des barégines et sulfuraires. Ce sera notre premier chapitre.

Dans un second chapitre, nous traiterons des algues ou conferves qui croissent dans les eaux minérales autres que les eaux sulfureuses.

Puis, dans un troisième chapitre, nous nous proposons d'indiquer les résultats de recherches que nous avons entreprises sur la présence d'éléments radioactifs dans les conferves thermales de Nérès et de Dax, dans les barégines d'Aix-les-Bains et de Luchon. A titre de comparaison, nous avons effectué le même travail sur des dépôts recueillis au griffon d'une des sources de Nérès. Des difficultés matérielles ont limité notre temps et nous n'avons pas pu faire une revue générale de la flore hydrominérale française à ce sujet. Nous croyons qu'il sera intéressant de poursuivre systématiquement ces recherches dont l'idée nous a été donnée par notre maître, le Professeur Piéry, et qui, à notre connaissance, n'avaient encore jamais été entreprises en France.

Quels qu'en soient d'ailleurs les résultats, il n'en est pas moins certain que la flore hydrominérale mérite l'attention du médecin hydrologue. Peut-être son étude apportera-t-elle à l'Hydrologie thérapeutique des ressources nouvelles qui contribueront à mettre de plus en plus en lumière la valeur incontestable et si variée du domaine hydrominéral français.

---

## CHAPITRE PREMIER

---

### **La flore des eaux minérales sulfureuses Barégine et Sulfuraires**

---

#### HISTORIQUE

---

Depuis fort longtemps, on avait remarqué que les réservoirs de nombreuses eaux minérales chaudes ou froides étaient tapissés de matière verdâtre et onctueuse au toucher. Parfois, cette matière était en petite quantité, parfois, au contraire, elle était très abondante, parfois aussi les parois des réservoirs ou conduites restaient absolument vierges.

Il est naturel que ces faits aient été observés par les très nombreux médecins et savants qui, depuis plusieurs siècles, ont étudié les eaux minérales et essayé d'expliquer scientifiquement une action thérapeutique connue parfois depuis l'époque romaine. Au <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle, l'hydrologie, jusque-là empirique, prend une tournure de plus en plus scientifique et la question qui nous occupe est alors systématiquement étudiée par de nombreux auteurs.

La remarquable thèse de Fontan, soutenue à Paris en 1838, nous a fourni des renseignements historiques

intéressants sur la flore des eaux minérales sulfureuses.

C'est surtout dans les eaux des Pyrénées que la flore fut bien observée.

Les anciens auteurs ne connaissaient des matières organiques des eaux sulfureuses, que les dépôts formés au sein de ces eaux et qu'ils désignaient généralement sous le nom de *matières concrètes*.

Bayen décrit des flocons *soyo-gélatineux*. Don Carlos de Gimbernat parle de *substance zoogène*.

En 1746, Bordeu n'admettait qu'une seule substance qu'il appelait *matière grasse*, bien qu'il lui reconnût plusieurs formes et qu'il en comparât même les dépôts blanchâtres à du blanc d'œuf ou à du frai de grenouille.

Mais après les recherches chimiques de Lemonnier, en 1760, et celles de Bayen en 1765, on distingua dans ces eaux deux substances : l'une, tenue à l'état de dissolution et l'autre à l'état de dépôt que l'on désigne particulièrement sous le nom de *terre bitumineuse* et dans laquelle, plus tard, Campardon et Buc'Hoz reconnurent plusieurs couches. La première couche est superficielle et se présente sous l'aspect d'un enduit blanc savonneux semblable à la pâte liquide dont on fabrique le papier. Vient ensuite une couche légère roussâtre ou verdâtre. Enfin, la couche profonde est constituée par une boue noire, onctueuse, balsamique.

Chaptal, à Ax-les-Thermes et à Ussat, montre que les eaux contiennent une substance organique en dissolution et une autre en suspension.

En 1827, Anglada nomme *glairine* la substance te-

nue en dissolution et *glaires* celle qui est en suspension.

En 1825, Longchamp appelle la matière organique des eaux sulfureuses, *barégine*, parce qu'il l'a observée pour la première fois dans les eaux de Barèges. Successivement, des auteurs décrivent la *luchonine*, l'*axine*, l'*arline*, la *saint-salvatorine*. Fontan parle de *pyrénéine*. Aulagnier, reconnaissant que tous ces termes étaient trop particuliers, propose le nom de *gégeline* s'appliquant à la matière organique de toutes les eaux sulfureuses. Cependant, c'est la dénomination de *barégine* qui est restée et est actuellement seule employée.

Dès 1742, Sir Meighan avait soupçonné que la barégine n'était pas simplement une matière amorphe. C'est Fontan qui, le premier, décrit dans cette barégine un élément vivant, un végétal qu'il nomme *sulfuraire*.

D'après lui, ce qu'on appelait auparavant la barégine est, en réalité, formée par l'union de deux éléments :

1° Une partie amorphe et gélatineuse : la barégine proprement dite ;

2° Un végétal : la sulfuraire.

Il existe en outre, d'après cet auteur, une substance azotée dissoute dans les eaux sulfureuses et qui ne provient pas de la décomposition de la sulfuraire.

Fontan donne une bonne description de la sulfuraire : « ...Il s'agit de filets extrêmement ténus dont le diamètre varie de  $1/1200^e$  à  $1/400^e$  de millimètre et la longueur de 1 millimètre à plusieurs centimètres,

Ces filets sont groupés autour d'un fragment de barégine. Ils peuvent présenter l'aspect d'une sorte de duvet cotonneux ou bien de houppes à poudre, ou encore de plumets d'épi. »

« Au microscope, on voit :

1° Des tubes simples, transparents, très unis, cylindriques sans cloisons apparentes ;

2° Des globules arrondis qui remplissent tout l'intérieur des tubes. De ces globules expulsés du tube peuvent naître de nouveaux filaments. Les tubes pénètrent la barégine et semblent se confondre avec elle.

La sulfuraire de Fontan se distingue des nostocs par la régularité des tubes, des oscillaires et des anabaïnes par la régularité des globules. D'autre part, l'anabaïne ne pousse que dans les eaux très chaudes (50° à 70°) contrairement, nous le verrons, à ce qui se passe pour la sulfuraire. La sulfuraire blanche peut devenir brune, verdâtre suivant son exposition à l'air et à la lumière. La sulfuraire ne se trouve que dans les eaux sulfureuses ; sa présence ne dépend pas de la quantité du principe sulfureux.

Il faut, pour son développement :

1° Une température au-dessous de 50° : certaines sources très chaudes d'Aix-les-Thermes ne présentent de sulfuraires que lorsque les eaux se sont refroidies aux environs de 50°.

2° La présence d'un principe sulfureux.

3° La présence d'une substance azotée dissoute.

4° Le contact de l'air. »

Les travaux de Fontan faisaient considérablement avancer la question.

Après lui, Séguier déclare que la barégine provient de la décomposition de la sulfuraire.

C'est également l'avis d'Alibert, en 1853. Ces assertions sont vérifiées par Lambron, en 1854, qui observe, en outre, l'abondance de la barégine dans les eaux sulfureuses dont la température se tient entre 30° et 45°. Il admet que la substance organique dissoute est d'une autre origine que la barégine.

En 1849, Bonjean étudie, surtout du point de vue chimique, la barégine d'Aix-les-Bains. En 1857, Aulagnier déclare que la barégine est la souche de la sulfuraire. Il émet l'hypothèse curieuse que la barégine pourrait bien provenir de la décomposition loin du jour de débris d'animaux tels que couleuvres ou poissons. Nous n'avons trouvé cette opinion que chez cet auteur.

En 1859, Ossian Henry fils étudie les sulfuraires de Luchon, d'Ax-les-Thermes, de Barèges. Il donne comme nécessaires à leur développement ;

- 1° Une eau sulfureuse sodique ou calcaire ;
- 2° Une température ne dépassant pas 45 à 50°.

Après cette date la question ne fut plus guère étudiée et ne revint à l'ordre du jour que depuis quelques années.

### **Etude morphologique et biologique des barégines et sulfuraires**

Nous avons vu que les anciens auteurs ont divisé la matière organique des eaux sulfureuses en trois éléments distincts : *la matière concrète déposée ou*

*flottante, la matière dissoute dans l'eau et les algues vivantes ou sulfuraires.* Cette classification est à conserver quoiqu'il y ait d'autres éléments vivants à considérer que les sulfuraires.

#### A. — MATIÈRE CONCRÈTE OU BARÉGINE PROPREMENT DITE

Anglada en décrivait sept variétés qu'il nommait : glairine floconneuse, filandreuse, muqueuse, membraneuse, compacte zonaire, fibreuse, stalactiforme. Mais il ne différenciait pas de la barégine les sulfuraires qui en modifiaient évidemment l'aspect et qui ne furent connues qu'après les travaux de Fontan.

#### CONDITIONS D'HABITAT ET DE CROISSANCE :

Il faut, pour que la barégine puisse se développer, certaines conditions.

La barégine est surtout abondante dans les eaux dont la température ne dépasse pas 45°. Ainsi, les sources les plus chaudes d'Ax-les-Thermes (78°) n'en possèdent que lorsque l'eau s'est refroidie aux environs de cette température. D'autre part, au-dessous de 15° la barégine ne se développe pas.

Il faut à la barégine un milieu soufré : cet élément est indispensable.

Il lui faut de l'oxygène qu'elle prendra soit à l'air soit à certains sels qui seront réduits.

La barégine vit aussi bien dans l'eau stagnante que dans l'eau courante, contrairement à ce que pensait Fontan. Donc, quand on voudra cultiver la barégine,

faudra-t-il disposer d'un milieu soufré et oxygéné, à une température variant entre 15° et 45°, l'optimum étant 40° environ.

#### CARACTÈRES EXTÉRIEURS DE LA BARÉGINE :

Elle se présente sous forme d'amas blanchâtres, gris ou jaunâtres, qui surnagent habituellement à la surface de l'eau minérale en général calme.

Blanche lorsqu'elle est pure, elle peut, suivant les circonstances, devenir brune, grise, parfois jaune ou rouge. Elle peut même être verte si des algues vertes s'infiltrèrent dans sa gangue.

Sa consistance est visqueuse, son odeur est variable et d'ailleurs, en général, masquée par l'odeur propre à l'eau minérale.

#### ORIGINE DE LA BARÉGINE :

Elle est connue depuis peu. Fontan l'ignorait. On supposa que la barégine était un dépôt de la matière organique dissoute. D'autres pensèrent qu'elle était le résultat de la décomposition de la sulfuraire. En réalité, si la sulfuraire contribue à la formation de la barégine, il est d'autres éléments à considérer.

Il est actuellement démontré que la barégine est constituée par « une zooglée bactérienne ou plus exactement par un ensemble de zoogléas bactériennes, c'est-à-dire par des colonies de bactériacées où chaque micro-organisme peut être considéré comme s'étant entouré d'une capsule démesurément gonflée ;

*la confluence des diverses capsules en une substance unissante produit la masse de barégine.* » (J. et M.-L. Dufrenoy).

Ces micro-organismes sont appelés par Dufrenoy et Molinéry, les *sécréteurs de barégine*. Ils sont morphologiquement très divers.

Quand on cultive la barégine sur milieu sulfuré, on peut isoler ces organismes. Ce sont des algues bactériacées de forme bacille ou coccus.

En dehors de ces éléments, en quelque sorte uniquement constructeurs, les sulfuraires contribuent elles aussi par l'épaississement de leurs parois à la formation de la barégine.

D'autres micro-organismes qui jouent le rôle de réducteurs des sulfates y contribuent de la même manière.

Cet épaississement des capsules est un phénomène bien connu en botanique et est dû à la présence dans ces capsules et parois de pectate de calcium. Sous l'influence de l'eau on assiste à un gonflement considérable, analogue à ce qui se passe, par exemple, pour les laminaires.

#### B. — MATIÈRE ORGANIQUE EN DISSOLUTION DANS L'EAU

Toutes les eaux minérales sulfurées laissent déposer par évaporation un résidu peu abondant qui offre une teinte jaune et une odeur sensible de bouillon.

Ce résidu est une matière azotée et se rattache aux substances végétalo-animales. Il est de même nature que la barégine. Pour Fontan, ces deux substances

sont « analogues, sinon identiques ». C'est encore l'opinion admise actuellement, fondée sur l'identité de leurs réactions chimiques. Nous renvoyons, à ce sujet, à la thèse de Fourment, qui a bien étudié la question.

C. — SULFURAIRES, BACTÉRIACÉES RÉDUCTRICES  
ET FERRO-BACTÉRIACÉES

Ce sont, en somme, les trois éléments importants de la flore des eaux sulfureuses, la barégine proprement dite que nous venons d'étudier n'étant en quelque sorte que le support sur lequel ils vivent.

Les sulfuraires sont connues depuis Fontan, qui les avait bien décrites sans toutefois leur assigner une place dans la classification botanique. On sait maintenant que ce sont des algues de la famille des Bactériacées et des genres *Thiothrix* et *Beggiatoa*, le plus souvent. Winogradsky a trouvé dans les eaux sulfureuses 15 genres et 25 espèces de sulfuraires. Dans nos eaux pyrénéennes on a le plus souvent affaire à *Beggiatoa alba* et à *Thiothrix nivea*.

Leur caractère essentiel est de contenir à l'intérieur de leur cytoplasme, sous forme de granulations sphériques réfringentes, des granules de soufre.

Les sulfuraires exigent, dans le milieu où elles vivent, la présence d'hydrogène sulfuré ou de composés peu oxygénés du soufre. Elles sont en général aérobies et se développent dans les eaux au niveau où coexistent l'hydrogène sulfuré et l'oxygène.

Les *Thiothrix* prospèrent le mieux dans les eaux

dont la température est inférieure à 45°. Les Beggiatoa préfèrent les eaux froides.

Les sulfuraires vivent en quelque sorte en symbiose avec d'autres bactériacées moins évoluées et dont le rôle est de réduire les sulfates. On assiste donc à un cycle de transformation du soufre, par l'intermédiaire d'êtres vivants, qui se résume ainsi :

L'hydrogène sulfuré libéré dans les eaux par les micro-organismes réducteurs des sulfates est oxydé par les sulfuraires :



Il peut y avoir ensuite :



Il y a donc libération d'énergie calorifique au profit des sulfuraires.

Sulfuraires et bactériacées réductrices agissent donc, ainsi que le fait remarquer Massy, continuellement en modifiant les éléments minéralisateurs de l'eau.

C'est ainsi que Dufrenoy et Molinéry, étudiant la flore de Luchon, ont pu dire de cette station qu'elle était « la station du soufre vivant ».

Mais il existe encore dans les eaux contenant, en outre le soufre, du fer, d'autres éléments vivants, les *ferro-bactériacées* oxydantes qui précipitent l'oxyde de fer dans leurs membranes ou leurs corps cellulaires. Ce sont des bactériacées parmi lesquelles nous indiquerons les genres *Siderocapsa*, *Crenothrix*, *Cladothrix*, *Leptothrix*. Cela explique la formation des boues noires que l'on observe dans diverses eaux sulfureuses et particulièrement à Luchon qui, « station

du soufre vivant, est aussi station du fer vivant ».

En résumé, la flore des eaux minérales sulfureuses est donc très complexe et se compose d'une infinité d'éléments divers. La barégine est un support à la surface duquel végètent les sulfuraires oxydantes et des ferro-bactériacées, et à la face inférieure immergée de laquelle vivent, à l'abri de l'oxygène, les bactériacées réductrices. En outre, certains éléments de la barégine, tels que le *Bactérium viscosum* agissent comme des ferments qui permettent d'expliquer l'action excitante de cette barégine sur la cicatrisation des plaies ou ulcérations. Nous voyons donc, par ce court aperçu, l'importance considérable de la barégine des eaux sulfureuses.

#### EMPLOI THÉRAPEUTIQUE DE LA BARÉGINE

Si la connaissance scientifique de la barégine est relativement récente, son emploi thérapeutique n'en est pas moins très ancien. Nous ne pouvons mieux faire que citer ici l'excellent historique de MM. Dufrenoy et Molinéry :

« Dès le xvi<sup>e</sup> siècle, on sait quel usage empirique faisaient de la barégine, les célèbres « frotteurs » de Cauterets.

Fantoni, en 1725, recommande l'emploi, en cataplasme, de ces substances organiques.

Bordeu, que l'on ne citera jamais assez en matière d'Hydrologie appliquée à la Physiopathologie, écrivait en 1745 : « Je ne puis me persuader que ces matières n'aient point des usages fort étendus. »

Borie, en 1747, les considérait comme un remède résolutif.

Anglada, en 1827, les trouvait souveraines dans les ulcérations. Plus tard, Dumestre les utilisait dans les ankyloses. ». L'emploi thérapeutique de la barégine se prolongea jusqu'à nos jours.

Pendant la guerre, Lacassagne a fait à Tarbes des applications locales de barégine transportée et a obtenu d'excellents résultats dans la cicatrisation de plaies torpides. A l'Hôpital Thermal Militaire de Barèges, Meyssat et Sempé ont traité par la barégine de nombreux blessés présentant des évidements osseux consécutifs à d'interminables fistules : ils eurent de nombreuses guérisons.

La barégine, dont l'action bactéricide a été d'ailleurs démontrée, est donc un moyen thérapeutique excellent et son emploi dans de nombreux cas mériterait de se généraliser.

---

## CHAPITRE II.

---

### **La flore des eaux minérales non sulfureuses Algues et Conferves**

---

#### HISTORIQUE

---

C'est, semble-t-il, Secondat, le fils de Montesquieu, qui, le premier en France, en 1750, étudie la flore de Dax et reconnaît qu'il s'agit là d'une substance organique vivante à laquelle il donne le nom de *fucus thermalis*.

Déjà en 1748, le médecin anglais Sulh avait observé à Bath une substance analogue.

Puis Vauquelin constate la présence d'une substance organique à Nérès et à Plombières.

Fontan, qui avait décrit la sulfuraire, trouve cinq espèces d'oscillaires dans les eaux sulfatées calciques et chaudes de Bagnères-de-Bigorre. Il cite aussi l'*oscillaria major* et l'*oscillaria nigra*, et il reconnaît en outre une espèce de *scytonema*.

A Loures, il décrit une autre conferve dans l'eau chlorurée sodique et magnésienne (12 à 14°).

Dans les eaux de Salies-du-Salat, chlorurées sodiques fortes, il décrit une autre algue caractérisée par des tubes ramifiés beaucoup plus gros que ceux qu'il avait observés dans les oscillaires de Bagnères-de-Bigorre.

Plus tard, vers 1850, Thore décrit à Dax « une substance gélatineuse, vésiculaire, feuilletée, verte, lisse dans sa jeunesse, jaunâtre et hérissée dans sa vieillesse »

En 1854, la Société d'Hydrologie Médicale de Paris, dès sa constitution, met à l'ordre du jour de ses séances l'étude des matières organiques et organisées des eaux minérales. De Laurès et Becquerel présentèrent un mémoire complet et détaillé sur la flore thermale de Nérès.

En 1859, Cazin présente un rapport à la Société d'Hydrologie Médicale de Paris sur les conferves de Valdieri (Piémont). Il décrit quelques espèces des genres *Leptothrix*, *Scytonema*, *Sphaerozyga* et *Navicula*.

C'est également en 1859 que Petit indique à la Société d'Hydrologie la description par Haime de deux espèces qu'il a observées à la Source de l'Hôpital à Vichy, et qu'il rattache aux ulothrix et navicula : *ulothrix Vichyensis*, *navicula Vichyensis*.

Dans le traité d'Analyse chimique des Eaux minérales d'Ossian Henry (père et fils), en 1858, on trouve quelques lignes sur *Nlothrix Vichyensis* et *Travacula Vichyensis*.

Dans la flore de Pascal Jourdan en 1872, il est question, sous le nom de « Vichyssine », d'une conferve (*Protoderma thermalis*), « végétal d'un beau vert fon-

cé s'attachant aux parois des vasques de la Grande-Grille et surtout de la Source Rosalie ou Hôpital ».

## ÉTUDE MORPHOLOGIQUE

Nous reproduisons ici l'excellente description des conferves de Nérès par De Laurès et Becquerel, et des conferves de Dax par Thore.

A Nérès : « Nous aurons à examiner deux espèces de conferve l'une qui croît dans l'eau minérale dont la température reste comprise entre 42 et 48° (conferve des bassins chauds), l'autre qui ne se trouve que dans le bassin de réfrigération où la température du liquide est variable et tombe graduellement de 45 à 20° (conferve des bassins de réfrigération). A côté de quelques caractères communs, ces deux espèces présentent entre elles des différences très marquées.

a) *Conferve des bassins chauds*. — La plante s'attache et végète à une profondeur de 1 m. 50, à une température de 45° en moyenne. Le bassin est exposé en plein air. En outre des conditions de température et de lumière nécessaires à sa production, il y a pour la conferve thermale, comme pour les autres végétaux, une période de l'année (mai à novembre) pendant laquelle son développement et sa multiplication sont en grande activité. Au bout de 48 heures, sur un espace primitivement vierge de toute végétation, il est possible d'apercevoir comme une matière tomenteuse qui n'a encore ni couleur, ni consistance bien appréciables et qu'on ne distingue que parce qu'elle forme, en différents points, de petites plaques peu

saillantes. Au milieu de cette matière, on voit des bulles de gaz transparentes, comme argentées et en nombre tout à fait indéterminé. Ces bulles, qui sont d'abord d'une extrême ténuité, grossissent rapidement. Elles s'accolent les unes aux autres, restent juxtaposées pendant un certain temps ; puis, par le fait même de leur développement, elles finissent par se confondre et donnent ainsi naissance à des masses de grosseur variable qui ressemblent à du frai de grenouille.

De jour en jour on voit augmenter la consistance de la matière visqueuse dans laquelle les bulles de gaz sont emprisonnées. Vers le huitième jour, on la distingue très nettement. La couleur est alors d'un jaune verdâtre, avec quelques points plus verts éparpillés çà et là. Ces points se rapprochent par l'accroissement individuel que prend chacun d'entre eux. Ils se réunissent et constituent alors une expansion membraniforme qui, en s'étalant, recouvre les plaques gélatineuses. La couleur verte se prononce de plus en plus. La matière gélatiniforme devient plus abondante, plus épaisse : les masses qui résultent de ces divers éléments adhèrent par la face inférieure au fond du bassin, mais cette adhérence est très fragile et ne devient plus solide qu'avec le temps. De la face supérieure, qui est inégale, on voit naître de petits prolongements qui semblent résulter de l'ascension des bulles gazeuses poussant devant elles la substance gélatiniforme.

A partir du quinzième jour, l'organisation du végétal est déjà très avancée : il tend incessamment à

s'accroître. Et, vers le vingtième jour, on voit des masses d'un beau vert émeraude qui affectent des formes très variées. Il en est une, cependant, qu'on pourrait prendre comme type : c'est celle d'une pyramide plus ou moins régulière se prolongeant souvent par une sorte de digitation qui s'élève d'un des points de sa surface. La base se confond avec les bases des autres pyramides, au milieu d'une couche gélatineuse qui les réunit entre elles comme sur un fond commun. Le sommet est en général arrondi et, dix-huit fois sur vingt, il est constitué par une ampoule ovoïde à parois très minces et transparentes. Le volume de ces pyramides est très variable. Ordinairement, quand la pyramide a rompu spontanément ses adhérences pour venir s'étaler à la surface de l'eau, elle a de 10 à 20 cm. de hauteur, de 6 à 12 cm. de largeur à sa base, et elle se rétrécit toujours jusqu'à son sommet, où elle ne présente pas, d'ordinaire, plus de 1 à 3 cm. de diamètre. On voit aussi s'élever du fond du bassin des tiges verticales qui n'ont par leur base qu'un seul point d'appui ou bien qui présentent inférieurement une bifurcation dont les deux branches se réunissent pour donner naissance à une colonne droite dont la dimension est variable et qui peut atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur.

A une certaine époque, les adhérences se rompent. Les parties détachées s'étalent à la surface. C'est là qu'on recueille les conferves pour les besoins thérapeutiques.

En hiver, les conferves, vieilles, recouvrent les parois en formant une couche réticulée de 2 à 3 cm.

d'épaisseur. Vers le mois de mai, on voit apparaître les rudiments propres à une nouvelle génération. On peut alors apprécier une force incessante de reproduction qui n'est certainement pas le caractère le moins curieux dans l'histoire de la plante qui nous occupe.

La cause ne doit-elle pas être recherchée dans la température, dans la nature des éléments minéralisateurs, dans les gaz contenus dans l'eau ?

Au microscope, les observateurs ont vu : a) filaments ; b) tubes cloisonnés, ponctués et moliniformes.

*Les filaments* sont opaques, vert foncé, légèrement flexueux et entrelacés d'une manière inextricable. Ils deviennent rares quand le végétal est vieux.

*Les tubes cloisonnés* entrent pour les dix-neuf vingtièmes dans la composition du végétal et sont immergés sans ordre dans la matière gélatiniforme. Leurs dimensions varient de  $1/80^e$  à  $1/50^e$  de millimètre de diamètre.

*Les tubes ponctués* sont caractérisés par des cellules qui renferment de la matière verte sous deux formes : points granuleux opaques ou corps sphériques. Ces corps sont des *spores* qui, à un certain moment, font éclater les tubes et donnent naissance à de nouveaux individus.

*Les tubes moliniformes* sont beaucoup plus rares et sont composés d'utricules sphériques placés les uns à côté des autres, en chapelet.

Entre les différentes espèces de tubes, on trouve des cristaux rhomboïdiques de carbonate de calcium.

b) *Conferve des bassins de réfrigération*. — La con-

ferve pousse sur le fond des réservoirs et s'en détache rarement. On constate au microscope des corpuscules opaques, des corps verts arrondis, des cellules isolées en bissac que l'on ne voit jamais dans les bassins chauds.

Cette conferve n'est pas employée en thérapeutique. »

En 1884, J. Thore étudie les conferves de Dax et en donne la description suivante que nous avons trouvée dans l'ouvrage de M. Ch. Lavielle sur les Stations de boues minérales d'Europe : « Les conferves se présentent sous cinq formes :

a) Tubes cylindriques cloisonnés à cloisons généralement plus longues que larges. Le protoplasma est granuleux et verdâtre. Le diamètre est de 4 millièmes de millimètre.

b) Tubes cylindriques cloisonnés à cloisons généralement plus longues que larges. Le protoplasma est vert. Le diamètre est de 1 à 2 millièmes de millimètre.

c) Cellules disposées linéairement en lignes courbes ou droites. Protoplasma vert granuleux. Diamètre : 4 millièmes de millimètre.

d) Filaments hyalins non cloisonnés, de dimensions variables atteignant au maximum 1 millième de millimètre. On a affaire probablement à un *Leptothrix*.

e) Bâtonnets, bactéries ou bactéridies de 1 millième de millimètre de largeur.

Ces cinq formes sont enchevêtrées dans une glaise amorphe qui a été nommée par certains auteurs

*Daxine*. Les formes de Dax sont absolument identiques à celles de Nérès.

Dans les eaux dont la température est inférieure à 50°, on voit des algues d'un beau bleu verdâtre qui présentent un mouvement de translation et de rotation rapide de gauche à droite : ce sont des oscillaires. »

Ch. Lavielle indique encore qu'il existe à Bourbon-Lancy et à Bourbonne-les-Bains des conferves analogues à celles de Dax et de Nérès.

Il cite également les conferves d'Acqui (eaux chlorurées sodiques chaudes = 36 à 75°), de Vinadio (33 à 66°), où elles ont été étudiées par le Professeur Del Ponte en 1857. Ce dernier auteur les classe parmi les *Leptothrix*, tandis que Paventa les considère comme de la famille des *oïdium*. A Valdieri, les conferves se composent de deux substances, une muqueuse et amorphe, l'autre tubuleuse et organisée. Elles vivent dans l'eau entre 30° et 45° et ont été nommées par Del Ponte : *Leptothrix Valdieri*.

#### CONDITIONS D'HABITAT ET DE CROISSANCE.

Il ne semble pas d'ailleurs que les espèces recueillies soient très différentes suivant la nature des sources. L'élément le plus important à considérer est la température des eaux, certaines algues ne pouvant vivre aux fortes températures, d'autres supportant bien 50 ou 60° : ce sont les espèces dites *Thermophiles*.

Il est prouvé aussi que ces algues se développent

bien dans des réservoirs exposés à l'air et à la lumière. C'est ainsi que l'on pouvait observer jadis à Vichy certaines algues. Mais ceci, nous dit le Docteur Lescœur « n'a plus qu'un intérêt historique, car, avec l'aménagement des sources tel qu'il est réalisé depuis 1893-1894, l'eau ne séjourne plus maintenant à l'air libre et aux rayons du soleil. »

Il n'y a donc pas de conferves à Vichy. Si, pour des besoins thérapeutiques, on voulait en cultiver, il serait probablement facile, par la création de réservoirs à l'air libre, d'obtenir la croissance de ces *Nlothrix Vichyensis*, *Travicula Vichyensis*, *Nlothrix Vichyensis* ou *Navicula Vichyensis*, que les auteurs du siècle dernier avaient observées à la Source de l'Hôpital.

Nous avons été frappés d'autre part par le fait que la croissance des végétaux paraît être particulièrement active dans les eaux radioactives. De Laurès et Becquerel, en 1854, insistaient sur la force incessante de reproduction des conferves de Nérès. Ces auteurs pensaient que la cause pouvait en être recherchée dans la température de l'eau, dans la nature des éléments qu'elle contient. Ne serait-ce pas plutôt la radioactivité importante des eaux de Nérès, qui agirait ainsi sur la force de croissance et de reproduction de la conferve ? Cela nous semblerait parfaitement logique, l'action excitatrice de la croissance exercée par la radioactivité sur les plantes ayant été démontrée sur de nombreux végétaux. Là encore, cette notion féconde de la radioactivité des eaux minérales expliquerait peut-être le point obscur pour l'observateur de 1854,

Les végétaux que l'on observe le plus souvent sont des algues du genre Conferve et surtout du genre Oscillaire. Les oscillaires, en particulier, sont thermophiles et acceptent de se développer dans des eaux très chaudes. On a trouvé aussi des bactériacées dans de nombreuses eaux minérales ; mais on ignore tout du rôle qu'elles peuvent jouer dans ces eaux. Il serait intéressant de faire sur elles des recherches analogues à celles de Dufrenoy et Molinéry sur la baregine. D'ores et déjà, alors que la végétation des eaux sulfurees est bien particulière à ces eaux, il n'en est pas de même pour les conferves des autres eaux minérales qui ne sont le plus souvent que des thermophiles et qu'on a pu observer par exemple dans des réservoirs où des usines déversaient leurs eaux chaudes.

La présence de matières organiques dans les eaux minérales leur confèrent un caractère d'onctuosité particulière.

#### EMPLOI THÉRAPEUTIQUE DES ALGUES ET DES CONFERVES.

Les algues des eaux minérales entrent dans la composition des boues. Ainsi les boues de Dax sont formées du limon déposé par l'Adour et de conferves, le tout étant imbibé par l'eau sulfatee calcique et radioactive.

A Néris, les conferves sont utilisées dans la thérapeutique thermale. On les emploie, soit en cataplasmes que l'on applique sur la région douloureuse, soit aussi en massages. Leur application provoque une sédation des douleurs et donne en particulier de bons

résultats dans les rhumatismes. Enfin, dans les affections gynécologiques, le Docteur Bernard introduit dans le vagin des petits sachets-tampons en gaze très fine, remplis de conferves vivantes. On maintient une température convenable par des injections concomitantes à 42°. Ainsi, Bernard a noté des effets sédatifs et décongestionnants plus marqués qu'avec l'emploi de conferves seules. Cet auteur explique de tels résultats par une action biochimique des conferves sur les gaz dissous dans l'eau minérale radioactive.

L'utilisation thérapeutique des conferves nous semble donc une bonne pratique de cure qu'il serait intéressant d'intensifier quelque peu. En effet, jusqu'à présent, les conferves n'ont joué, à Nérès, qu'un rôle, à notre avis, insuffisant.

Dans de nombreuses stations étrangères, la flore hydrominérale est utilisée, le plus souvent, dans des boues. Partout, cette pratique a donné de bons résultats. Il nous semble donc qu'en France, où les ressources hydrologiques sont pour ainsi dire illimitées, il serait intéressant et utile de donner plus d'importance à cette méthode thérapeutique qui, pendant trop longtemps, a été négligée.

---



## CHAPITRE III

---

### **La radioactivité de la flore des eaux minérales de Nérís, Dax, Luchon et Aix-les-Bains**

**Recherches personnelles**

---

Dans l'exposé précédent, on a pu remarquer qu'aucune étude n'avait été faite de la radioactivité propre à la flore hydrominérale. Sur les conseils de notre Maître, M. le Professeur Piéry, nous avons voulu contribuer à combler cette lacune. Il était permis, en effet, d'émettre l'hypothèse que des éléments radioactifs pouvaient exister dans la substance même des végétaux qui croissent au sein des eaux minérales radioactives. Nous avons donc effectué des recherches sur ce sujet pour vérifier ou infirmer notre idée. Pour cela, ne pouvant, faute de temps, opérer sur des échantillons de la flore de toutes les eaux minérales radioactives de France, nous nous sommes contentés de choisir quelques eaux qui, par leur radioactivité d'une part, par l'abondance de leur végétation d'autre part, nous semblaient devoir être les plus démonstratives. Nous avons choisi ainsi la flore de Dax, où les conferves entrent dans la composition des boues. La végétation des eaux de Nérís nous a sem-

blé particulièrement intéressante à étudier au point de vue de sa radioactivité, car ces eaux, outre le radium, possèdent du thorium, et que les conferves y sont utilisées quelque peu dans la pratique thermale.

Pour les eaux sulfureuses, nous avons pensé que nos recherches seraient plus concluantes si elles portaient sur deux stations. C'est ainsi que nous avons opéré sur la barégine de Luchon et sur celle d'Aix-les-Bains. Ce choix nous a semblé devoir être préféré à tout autre, étant données les études qui avaient déjà été faites sur ces deux grandes stations d'eaux sulfureuses radioactives.

Nous exposerons nos résultats dans l'ordre suivant : barégine d'Aix-les-Bains, barégine de Luchon, conferves de Dax, conferves de Nérès. Nous donnerons ensuite, à titre de comparaison, les résultats d'une étude analogue que nous avons faite de sédiments recueillis au griffon de Nérès.

## I. — RECHERCHE DE LA RADIOACTIVITÉ DE LA BARÉGINE D'AIX-LES-BAINS

Nous avons reçu, au mois de juin 1929, une certaine quantité de barégine recueillie à la Source d'Alun à Aix-les-Bains. Nous rappelons d'abord que l'eau de la Source d'Alun sourd à une température de 46° dans une sorte de bassin à la surface duquel on a récolté la barégine. C'est une eau sulfurée calcique. La radioactivité est due à l'émanation du radium. Les gaz recueillis au griffon ont donné une radioactivité importante, due également à l'émanation du radium.

La barégine a été séchée puis finement pulvérisée, et la recherche de la radioactivité fut faite en juillet 1929, un mois après sa récolte à la Source.

Les mesures ont été faites au Laboratoire de Physique Médicale de la Faculté par M. le Professeur agrégé Chevallier. La méthode employée fut celle qu'il avait déjà utilisée pour l'étude de la radioactivité des sédiments des Sources de l'Echaillon.

Nous rappelons succinctement le principe de cette méthode :

L'instrument de mesures est un électroscope à feuille d'or muni d'une chambre métallique contenant l'air destiné à être ionisé par la substance radioactive. C'est la chambre d'ionisation dans laquelle on introduira la poudre à étudier. L'électroscope employé fut celui que M. Chevallier avait utilisé dans ses recherches sur les sédiments de l'Echaillon, et nous renvoyons donc à la thèse de cet auteur, où l'appareil est décrit en détail.

Pour la mesure de la radioactivité des substances solides, on rapporte généralement l'activité de la poudre à celle d'un poids égal et d'une surface équivalente d'oxyde noir d'Uranium  $U^3O_8$ . En prenant l'activité de cet oxyde comme égale à l'unité, on exprime la valeur trouvée en fraction décimale.

Ainsi donc, il fut opéré sur une quantité donnée de barégine séchée et également répartie sur un disque de 6 cm. de diamètre que l'on introduisit dans la chambre d'ionisation de l'électroscope.

On observa d'abord la vitesse de chute de la feuille métallique, alors que l'appareil était vide de toute

substance radioactive. Puis on fit plusieurs expériences, le disque recouvert de barégine séchée ayant été introduit dans la chambre d'ionisation de l'électroscope.

On observa ainsi tantôt une vitesse de chute de la feuille métallique de l'électroscope supérieure à la vitesse de chute, l'appareil fonctionnant à vide, tantôt une vitesse inférieure.

Dans ces conditions, il nous est impossible de conclure fermement. Tout ce que l'on peut dire, c'est que, si la barégine d'Aix-les-Bains est radioactive, cette radioactivité est trop faible pour pouvoir être mesurée avec l'appareil dont nous disposions.

## II. — RECHERCHE DE LA RADIOACTIVITÉ DE LA BARÉGINE DE LUCHON

Il fut opéré, au mois de novembre 1929, sur de la barégine recueillie à Luchon le 13 juillet 1929, au griffon Bosquet n° 6, au voisinage de la Source Lépape n° 2. Ces barégines se développent dans l'eau sulfurée sodique radioactive, à une température de 30 à 40°. L'eau présente une forte radioactivité due à l'émanation du radium.

Les recherches effectuées ont donné un résultat analogue à celui que nous avons obtenu pour la barégine d'Aix-les-Bains. On ne peut donc tirer aucune conclusion, si ce n'est que la radioactivité de la barégine de Luchon, si elle existe, est trop faible pour être mesurable.

### III. — RECHERCHE DE LA RADIOACTIVITÉ DES CONFERVES DE DAX

Nous avons opéré sur des conferves recueillies en juin 1929, dans les eaux de Dax et complètement exemptes de limon. Les eaux de Dax sont sulfatées, calciques, hyperthermales et radioactives. La radioactivité est due à l'émanation du radium. Là encore, les chiffres obtenus furent de l'ordre de la limite de précision des mesures, et aucune conclusion nette ne peut être tirée. La radioactivité de ces conferves, si elle existe, n'est pas mesurable par les moyens dont nous disposions.

### IV . — RECHERCHE DE LA RADIOACTIVITÉ DES CONFERVES DE NÉRIS

Les conferves furent recueillies en décembre 1928 et étudiées quelques mois plus tard. Elles avaient été récoltées au fond du bassin chaud de Nérès, où l'eau faiblement minéralisée et radioactive de Nérès se trouve à une température supérieure à 45°. Dans les eaux de Nérès, il fut mis en évidence l'émanation du radium et l'émanation du thorium.

Plusieurs expériences furent faites à des jours différents, qui donnèrent toujours une vitesse de chute de la feuille métallique de l'électroscope supérieure à la chute de la feuille quand l'appareil fonctionne à vide. Nous avons donc observé toujours un résultat positif.

Il fut opéré sur 3 gr. 5 de conferves séchées et pulvérisées disposées en couche mince sur le disque de 6 cm. de diamètre. On obtint ainsi en moyenne un courant d'ionisation évalué à :  $6,2 \times 10^{-13}$  ampères.

Etant donné que 1 gr. d'oxyde noir d'uranium disposé de même manière donne un courant d'ionisation égal à :

$$2,31 \times 10^{-10} \text{ ampères,}$$

on peut évaluer la radioactivité des conferves, par rapport à celle d'une quantité égale d'oxyde noir d'uranium, à :

$$\frac{6,2 \times 10^{-13}}{3,5 \times 2,31 \times 10^{-10}} = 0,0007$$

La radioactivité des conferves, petite il est vrai, n'en est pas moins mesurable, mais il est impossible de différencier radium et thorium.

#### V. — RADIOACTIVITÉ DES SÉDIMENTS RECUEILLIS AU GRIFFON

Cette recherche avait déjà été faite avant nous, et on y avait décelé thorium et radium. Les sédiments furent recueillis au griffon même. Ils se présentent sous forme d'une boue verdâtre et onctueuse, que nous avons séchée et pulvérisée.

On trouve un courant d'ionisation égal à :

$$6,8 \times 10^{-12} \text{ ampères}$$

sur une quantité de 2 gr. 5 de sédiments.

On a donc :

$$\frac{6,8 \times 10^{-12}}{2,31 \times 2,5 \times 10^{-13}} = 0,01$$

La radioactivité des sédiments est donc égale au centième de la radioactivité de l'oxyde noir d'uranium.

#### INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

En résumé, les flores de Dax, Luchon et Aix ne nous ont donné aucune radioactivité mesurable. Les conferves de Nérís présentent une radioactivité de dix fois inférieure environ à celle des sédiments.

Les résultats négatifs que nous avons obtenus dans la recherche de la radioactivité des flores de Dax, Luchon, Aix-les-Bains, ne peuvent, en aucune manière, diminuer la confiance que l'on doit avoir en leur valeur thérapeutique. Nous avons vu, en effet, que les barégines constituaient un milieu vivant qui est le siège de réactions chimiques et d'actions biologiques qui suffisent à expliquer les bons résultats constatés par les auteurs. En outre, il faut considérer, qu'employées à la source, ces barégines sont imbibées d'eau sulfureuse chaude et radioactive dont l'action thérapeutique vient s'ajouter à l'action propre à la barégine.

Pour Dax, il est inutile d'insister sur les effets obtenus par application de conferves mélangées au limon apporté par l'Adour, le tout constituant une boue végéto-minérale imbibée d'eau sulfatée calcique chau-

de et radioactive : c'est, en effet, la méthode de cure la plus employée dans cette station et dont les excellents résultats ont été depuis longtemps constatés en clinique hydrologique. Il est possible d'ailleurs que ces conferves soient, comme les barégines, le siège d'actions biologiques particulières pouvant expliquer en partie les résultats thérapeutiques.

A Nérès, le fait que nous avons décelé dans les conferves, la présence d'éléments radioactifs peut justifier, en partie les méthodes thérapeutiques qui emploient ces algues. C'est ainsi que lorsque Bernard constate que des conferves introduites dans le vagin donnent une sédation plus importante des douleurs que si l'on administre seulement des injections d'eau minérale, ce phénomène est peut-être dû à la radioactivité des conferves. Nous pensons donc que le traitement par application de conferves mérite, non seulement d'être conservé, mais encore d'être intensifié dans cette station.

Quant aux sédiments de Nérès, leur radioactivité est assez considérable pour qu'ils puissent donner, à coup sûr, des résultats thérapeutiques intéressants. Nous ne croyons pas que ces sédiments soient actuellement utilisés dans les diverses méthodes de cure en honneur à Nérès : cela est certes regrettable, car cette station pourrait, par là, ajouter de nouveaux succès à ceux qu'elle remporte actuellement.

---

## CONCLUSIONS

---

I. — Les recherches effectuées sur les conferves qui croissent dans les eaux de Dax (eaux sulfatées calciques radioactives) ont donné, comme résultat, des chiffres de radioactivité de l'ordre de la limite de précision des mesures. Aucune conclusion positive ou négative ne peut donc en être tirée.

II. — Le même résultat a été obtenu pour les sulfures recueillies dans les eaux de Luchon (eaux sulfureuses radioactives).

III. — Le même résultat a été obtenu pour les sulfures recueillies dans les eaux d'Aix-les-Bains (eaux sulfureuses radioactives).

IV. — La recherche de la radioactivité propre aux conferves qui croissent dans les eaux de Nèris (eaux radioactives proprement dites) a donné un résultat constamment positif. Mais la radioactivité décelée dans ces conferves est trop faible pour qu'on y puisse différencier le thorium et le radium.

V. — Par contre, dans les sédiments recueillis au griffon de Nérès on a trouvé une radioactivité dix fois plus considérable environ que dans les conferves : Radium et thorium y avaient déjà été mis en évidence par des recherches antérieures.

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,  
PIÉRY

*Vu :*  
LE DOYEN,  
Jean LÉPINE

*Vu et permis d'imprimer :*

Lyon, le 18 Novembre 1929

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,  
Joseph GHEUSI

## BIBLIOGRAPHIE

---

- ANGLADA. — Traité des eaux des Pyrénées, 1853.
- AULAGNIER. — Recherches sur la glairine ou barégine des eaux minérales, 1857.
- AUBÈS. — Contribution à l'étude des eaux de Barèges. *Thèse de Toulouse*, 1912.
- BARRAL. — Action pharmacodynamique des bains de boues végéto-minérales. *Journal de Médecine de Lyon*, octobre 1927.
- BELLOC. — Recherches sur quelques algues microscopiques des eaux thermales et salées d'Algérie et de Tunisie. *Revue biologique du Nord de la France*, 1893.
- BERNARD. — Conferves et gaz thermaux en gynécologie (Néris) *Congrès d'Hydrologie de Lyon*, 1927.
- BONJEAN. — Analyse des eaux d'Aix, 1838.  
— Sur les conferves d'Aix. *Journal de pharmacie et de chimie*, 6<sup>e</sup> série, tome XV, Paris, 1849.
- BORDEU (Théophile). — Lettres contenant des essais sur les eaux minérales du Béarn, du Bigorre, etc., 1746.
- BORDEU. . . *Journal de Barèges*, 1749 à 1780.
- AMPMARTIN. — Observations faites sur les eaux minérales de Barèges, 1772.
- CARLES (P.). — Boues et barégines des eaux sulfurées. *Journal de pharmacie et de chimie*, Paris 1903, et *Gazette des eaux*, Paris, 1903.
- CARRÈRE. — Catalogue raisonné des ouvrages qui ont été publiés sur les eaux minérales en général et sur celles de la France en particulier, 1786,

CAZIN. — Rapport sur les conferves de Valdieri (Piémont) et sur divers spécimens tant de champignons que de conferves recueillis dans les thermes de St-Honoré (Nièvre). *Annales Soc. Hydr. Méd., Paris*, 1858, tome V.

CHEVALLIER (A.). — Recherches sur la radioactivité des Sources de l'Échaillon. Contribution à l'étude de l'émanation du Thorium. Actions biologiques et thérapeutiques. *Thèse de Lyon*, 1923.

CLUZET ET CHEVALLIER. — Action de l'émanation du Thorium sur les éléments figurés du sang. *Soc. de Biologie*, février 1922.

— Sur la toxicité de l'émanation du thorium en inhalation prolongée. *Soc. de Biologie*, mars, 1922.

— Sur la radioactivité de la Station de l'Echaillon, en Maurienne. *C. R. Ac. Sciences*, déc. 1922.

— Sur l'emploi de l'émanation du Thorium en inhalation. *C. R. Ac. Sciences*, janvier 1923.

— Les inhalations d'émanation du Thorium. *Paris Médical*, 3 février 1923.

CLUZET, ROCHAIX ET CHEVALLIER. — Recherches sur l'action bactéricide de l'émanation du Thorium. *Soc. de Biologie*, fév. 1923.

COMÈRE. — Algues des source sulfurées de Graus d'Olette, 1894.

DEL PONTE. — Saggio intorno alle mufte nelle acque termali. *Gazzetta medica Ital.* 1857.

DUFRENOY (J.). — La dégénérescence pectique. *C. R. Soc. biologie*, janv., 1919.

— L'adsorption sélective. *Rev. gén. des Sciences*, 1919.

— Influence de la température des eaux de Luchon sur leur flore. *C. R. Acad. Sciences*, mars 1921.

DUFRENOY (J. et M.-L.). — Les rapports de la barégine et des Sulfuraires. *Ann. Inst. d'Hydrologie du Collège de France*, 1929.

DUFRENOY (J.) ET MOLINÉRY. — Contribution à une nouvelle étude des Barégines. *Gaz. des eaux*, août 1919.

— Etudes physiques, chimiques et biologiques sur les eaux de Barèges. *Bull. Ac. de Médecine*, déc., 1919.

— Histochimie des barégines de Luchon et de Barèges. *Presse therm. et climat.*, 1920.

— Le blanchiment des eaux de Luchon. *Rev. Path. comparée*, 1920.

— Microbiologie et bactériologie de la Barégine de Barèges. *Gaz. des eaux*, 1920.

— Etudes biologiques sur les eaux de Luchon. *Communication à la Soc. d'Hydr. de Paris*, 1921.

FEGUEUX. — Etudes sur les eaux de Barèges pendant la saison 1869. *Recueil des Mémoires de Médecine militaire*, août 1870.

FAIVRE. — Etude bactériologique sur les eaux sulfureuses, *Paris* 1903.

FILHOL. — Analyse des eaux minérales de Barèges. *Ann. Soc. Hydr. méd. de Paris*, 1863.

FLEIG (C.). — Les eaux minérales milieux vitaux, 1909.

FONTAN. — Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées. *Thèse de Paris*, 1838.

— Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées, de l'Allemagne, de la Suisse et de la Savoie, 1853.

FOURMENT. — La Barégine des eaux sulfurées sodiques de Barèges. *Thèse de Bordeaux*, 1921.

HENRY ET PAILHASSON. — Recherches sur l'iode contenu dans les barégines des eaux chaudes de Barèges, de Barzun et de Cauterets. *Bull. ac. de médecine*, 1845.

JOLY. — Etude nouvelle tendant à établir la véritable nature de la glairine ou barégine ainsi que le mode de formation de cette substance dans les eaux thermales des Pyrénées. *Ann. chimie et physique, Paris*, 1884. — *Revue méd. scientifique d'Hydrologie, Toulouse*, 1884.

- KAYSER. ., *Précis de microbiologie agricole, Paris, 1914.*
- LAUDELLE. — Les eaux sulfurées sodiques. Stations pyrénéennes. Exploitation et thérapeutique. Sulfuraires et barégine, *Toulouse, 1904.*
- DE LAURÈS ET BECQUEREL. — Mémoire sur la confève de Nérès. *Ann. Soc. Hydr. méd. de Paris, 1854.*
- LAVIELLE (Ch.). — Les stations de boues minérales d'Europe, 1893.
- LAVIELLE (Louis). — Les justiciables des boues de Dax.
- LONGCHAMP. — Analyse des eaux de Barèges. *Ann. de phys. et de chimie et Annuaire des eaux thermales, 1822.*
- MEIGHAN (Christophe). — A treatise on the nature and powers of the baths and waters of Barèges. *London, 1742.*
- MOLINÉRY. — Blessures de guerre et nutrition sulfurée. *Méd. inter. 1916.*
- Syphilis et nutrition sulfurée, *Ibid*, 1915
- (Voir Dufrenoy et Molinéry.)
- OSSIAN (Henry, fils). — Etudes chimiques et physiques sur les barégines des eaux sulfureuses. *Ann. Soc. Hydr. méd., Paris, 1859.*
- PAVENTA. — Li sorgenti termiche minerali di Vinadio, *Torino, 1873.*
- PETIT. — Rapport sur la confève de la Source de l'Hôpital, à Vichy. *Ann. Soc. Hydr. méd. de Paris, 1854.*
- PIÉRY. — Le thorium des eaux minérales et son importance en hydrologie thérapeutique. *Comm. au Congrès de l'A. F. A. S., Lyon, 31 juillet, 1926.*
- PIÉRY ET MILHAUD. — Le thorium (mésothorium, thorium et émanation) en hydrologie et en thérapeutique. *Journal de Médecine de Lyon, 5 janvier 1923.*
- Les eaux minérales radioactives. *G. Doin, Paris, 1924.*

SECONDAT. — Mémoire sur les eaux minérales de Barèges. *Académie de Bordeaux*, 1747.

SÉNAC-LAGRANGE. — De quelques préjugés sur les eaux sulfurées. *Ann. Soc. Hydr. méd., Paris*, 1904.

SCHENK. — Handbüch der Botanik, 1884.

SOUBEYRAN. — Essai sur les matières organisées des eaux sulfurées des Pyrénées, 1858.

TURPIN. — Etude comparative de la barégine de M. Longchamp, observée dans les eaux de Barèges. *C. R. Ac. Sciences*, 1836.

VAN TIEGHEM. — Traité de Botanique, 1894.

WINOGRADSKY. — Zür Morphologie ünd Physiologie der Schefelbacterien, *Leipzig*, 1888.

---



## TABLE DES MATIERES

---

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                           | 7  |
| INTRODUCTION .....                                                                                                                           | 9  |
| CHAPITRE PREMIER. — La flore des eaux minérales<br>sulfureuses, Barégines et sulfuraires .....                                               | 11 |
| CHAPITRE II. — La flore des eaux minérales non<br>sulfureuses, Algues, conferves. Historique ..                                              | 23 |
| CHAPITRE III. — La radioactivité de la flore des<br>eaux minérales de Nérès, Dax, Luchon, et<br>Aix-les-Bains. Recherches personnelles ..... | 35 |
| CONCLUSIONS .....                                                                                                                            | 43 |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                                                                                                          | 45 |

---





